臺灣花卉線蟲問題

蔡東纂[1]、程永雄[2]

1. 國立中興大學植物病理學系
2. 臺灣省農業試驗所嘉義分所

摘 要

近年來，本省經濟發展迅速，帶動了園藝花卉業的繁榮。專業區及集約大型管理是本省花卉的企業走向。在迎合消費者口味的前題下，新品種花卉及新興園藝作物便成爲農友田間、溫室的新貴。就寄主廣泛多犯性的植物寄生性線蟲而言，專業區的設立、設施園藝型式的建立、水稻田轉作和新興花卉引進都有助於線蟲之傳播、孳長，漸漸形成對花卉及觀賞作物爲害潛勢頗高的線蟲病連作障害環境。本省線蟲種類多，舉凡切花、盆花、觀賞植物、庭園花木、草皮皆爲其爲害對象。地上部植物病原線蟲主要有葉芽線蟲（*Aphelenchoides besseyi*）及松材線蟲（*Bursaphelenchus xylophilus*），地下部植物病原線蟲主要有南方根瘤線蟲（*Meloidogyne incognita*）、爪哇根瘤線蟲（*M. javanica*）、螺旋形線蟲（*Helicotylenchus* spp.，*Rotylenchus* spp.）、矮化線蟲（*Tylenchorhynchus* spp.）、環紋線蟲（*Criconemoides* spp.）及南方根腐線蟲（*Pratylenchus spp.*）等。在植物檢疫上則密切防止穿孔線蟲（*Radopholus similis*、*R. citropholus*）及莖線蟲（*Ditylenchus dipsaci*、*D. destructor*）之引進。花卉及觀賞作物線蟲病之感染途徑有三：其一爲種苗或球莖、球根、塊根、塊莖、扦插枝（葉）等繁殖體本身攜帶病原線蟲。其二爲遭病原線蟲污染之土壤或栽培介質。其三爲引用帶有病原線蟲之灌溉水。一般罹病原線蟲之花卉或觀賞作物地上部主要病徵爲葉片黃化、微量元素缺乏、小葉、落葉、葉片畸形、花苞腐敗、花苞枯死、植株矮化甚至死亡。若害及根系者，根部出現腫瘤、腐敗、鬚狀根、根尖停滯生長或壞疽等情形。防治工作首重預防，即種苗或其他植物繁殖體植前健康篩選；並嚴格做好土壤消毒，尤其是連作區域或設施園藝土壤及栽培介質。植前或植後施用殺線蟲劑或生物防治有機添加物亦有助於克服線蟲病害問題，提高作物品質。

（關鍵字：花卉、觀賞作物、線蟲病害）

緒言

本省地處亞熱帶，且兼具多山及島國之多型態氣候，造就一個富有花卉事業發展潛力的天然環境。根據農林廳統計資料，全省花卉栽培面積自民國72年的 1,934 公頃迅速擴充至 81年的 7,580 公頃[5]；而專業區的規劃、設施園藝模式的建立、水稻田轉作及新興花卉引進等作為對花卉及觀賞作物線蟲病害之發生和傳播有正相關，甚而演變成危害潛勢最高的連作障害環境。 早於1972 年黃氏等人[4]在全省主要線蟲相調查報告中列記22種花卉為15種線蟲所寄生，但未詳敘線蟲種類及其為害情形。在進口花卉、草皮、觀賞作物及庭園植物上，吾國檢疫危禁線蟲有稻莖線蟲（*Ditylenchus angustus*）、穿孔線蟲（*Radopholus similis*）、黃金線蟲（*Globodera rostochiensis*）、松材線蟲（*Bursaphelenchus xylophilus*）、莖線蟲（*Ditylenchus dipsaci*）及馬鈴薯腐敗線蟲（*Ditylenchus destructor*）等6種[1]。而就我國56個主要貿易國在植物病原線蟲之檢疫要求中明列30種線蟲為絕對禁止或有條件進口之種類[26]；其中除上述6種外，在花卉及觀賞作物上的主要有根瘤線蟲（*Meloidogyne* spp.）、葉芽線蟲（*Aphelenchoides besseyi*，*A. fragariae*，*A. ritzemabosi*）、根瘤線蟲（*Pratylenchus pratensis*，*P. penetrans*，*P. coffeae*）及有傳播毒素病能力的劍線蟲（*Xiphinema index*，*X. americanum*）、針線蟲（*Longidorus elontatus*）。 在日益頻繁的花卉、觀賞作物及種苗進出口貿易中，為避免引進本國危禁線蟲，以及出口時不帶對方國家法規所禁運之線蟲種類而造成損失；如何提供業者攸關線蟲資訊及協助生產地消弭花卉線蟲病害，提升花卉及種苗品質即為吾國開拓花卉產業重要課題之一。本研究旨在做全面性全省切花、盆花及庭園植物之主要線蟲病害調查，俾供栽培業者做診斷及防治之參考。

材料與方法

一、介質及根部採樣

根圈土壤及根系採樣以植物根系分佈範圍內之全方位採取為原則。栽培介質為土壤時，則以鏟子等挖土工具作業，若以鬆軟或較大型材質，如泥炭土、人造纖維球、珍珠石、小石子、樹皮、木屑等為栽培介質時，則以塑膠手套探尋根系，並擇取生長異常或有明顯病變根段，與介質同握於手中，翻脫手套同時將採樣物包裹於塑膠手套中。採樣介質與根系樣品標記後置陰涼處，攜回研究室待檢。

二、植物地上部採樣

以銳利刀片切取心葉、芽苞、葉片及花苞等植物部位，置於塑膠袋中，攜回研究室待檢。

三、線蟲之分離及檢視

1. 介質中線蟲分離

依改良式柏門氏漏斗分離法[4]（modified Baermann's funnel method），以介質100公克量為單位，於60孔目網篩上，靜置清水中24小時後，將收集之線蟲倒入 Syracuse 鏡檢皿中檢視。

表一. 臺灣盆栽花卉主要寄生性病原線蟲

Table1 . Major namatodes found parasitizing potted flowers in Taiwan

Host plant	Common name	Nematode
Balsaminaceae 鳳仙花科		
Impatiens balsmina 鳳仙花	Garden balsam	*M. incognita*
Caryophyllaceae 石竹科		
Dianthus chinensis L. 五彩石竹	Rainbow pind	*M. incognita*
Dianthus japonicus Thunb. 日本石竹	フジナデコ	*M. incognita*
Dianthus caryophyllus L. 康乃馨	Carnation	*M. incognita* *Aphelenchoides besseyi*
Compositae 菊科		
Chrysanthemum morifolium Ramat. 菊花	Chrysanthemum	*M. incognita*
Callistephus chinensis Nees. 翠菊	China aster	*M. javanica*
Gerbera jamesonii Bolus.非洲菊	African daisy	*M. incognita*
Calendula officinalis L. 金盞花	Pot marigold	*M. incognita*
Polemoniaceae 花葱科		
Phlox drummondii Hook 福祿考	Annual phlox	*M. incognita*
Solanaceae 茄科		
Capsicum annuum L. var. *cerasiforme* Hort. 五彩椒	Ornamental pepper	*M. incognita*
Petunia hybrida Hort. 矮牽牛	Garden petunia	*M. incognita*
Brunfelsia uniflora Don. 番茉莉	Yeaterday-today--and-tomorrow	*M. incognita*
Primulaceae 報春花科		
Cyclamen persicum Mill. 仙客來	Florist's cyclamen	*M. incognita*
Rubiaceae 茜草科		
Gardenia jasminoides Ellis. var. *ovalifolia* NaKai. 黃梔花	Cape jasmine	*M. incognita*
Begoniaceae 秋海棠科		
Begonia X tuberhybrida Voss. 球根秋海棠	Hybrid tuberous begonia	*M. incognita*
Begonia cheimantha Everett. 聖誕秋海棠	Christmas begonia	*M. incognita*
Begonia masoniana Irmsch. 鐵十字秋海棠	Iron-cross begonia	*M. incognita*
Begonia semperflorens-cultorum Hort.四季秋海棠	Wax begonia	*M. incoghite*
Begonia X rex-cultorum Bailey 蝦蟆秋海棠	Rex begonia	*M. incognita*
Begonia coccinea Hook. 珊瑚秋海棠	Angel-wing begonia	*M. incognita*

（續下頁）

(續上頁 表一)

Geraniaceae 牻牛兒苗科		
Pelargonium hortorum Bailey. 天竺葵	Bedding gernaium	*M. incognita*
Gesneriaceae 苦苣苔科		
Saintpaulia ionantha Wendl. 非洲堇	African violet	*Aphelenchoides besseyi*
Sinningia speciosa Hiern. 大岩桐	Gloxinia	*M. incognita*
Rutaceae 芸香科		
Citrus microcarpa Bonge. 四季桔	Calamondin	*Tylenchulus semipenetrans*
Labiatae 唇形科		
Coleus blumei Benth. 彩葉草	Painted nettle	*M. incognita*
Orchidaceae 蘭科		
Dendrobium X phalaenopsis Hort. 秋石斛	Denphale	*A. besseyi*
Cymbidium sinense Willd. 報歲蘭	New year's orchid	*A. besseyi*
Apocynaceae 夾竹桃科		
Adenium obesum Roem & Schult. 砂漠玫瑰	Desert rose	*M. incognita*
Rhododendron 杜鵑花科		
Rhododendron obtusum Planch. 久留米杜鵑	Kurume azalea	*Pratylenchus* spp.
Cycadaceae 蘇鐵科		
Cycas revoluta Thunb. 蘇鐵	Japanese sago palm	*Xiphinema* sp.
Marantaceae 葛鬱金科		
Calathea makoyana E. Morr. 五色葛鬱金	Peacock plant	*M. incognita*
Liliaceae 百合科		
Hyacinthus orientalis L. 風信子	Hyacinth	*M. incognita*
Araliaceae 五加科		
Scheffera arboricola Haya. 圓葉鵝掌藤	Umbrella tree	*M. incognita*
Hedera helix L. 常春藤	English Ivy	*M. incognita*
Polypodiaceae 蕨科		
Asplenium nidus L. cv. 'Avis' 圓葉山蘇花	Bird's-nest fern	*A. besseyi*

表二. 臺灣切花類花卉主要寄生性病原線蟲

Table 2. Major nematodes found parasitizing cut flowers in Taiwan.

Host plant	Common name	Nematode
Amaranthaceae 莧科		
Iresine herbstii Hook 紅莧草	Beef plant	*Meloidogyne incognita*
Celosia cristata L. 雞冠花	Cockscomb	*M. incognita*
Alternanthera ficoidea R. 法國莧	Calico plant	*M. incognita*
Heliconiaceae 赫蕉科		
Heliconia psittacorum L. 小鸚鵡花	Parrot's plantain	*M. incognita*
Iridaceae 鳶尾科		
Ereesia X hybrida L.H. Bailey.小蒼蘭	Freesia	*M. incognita*
Gladiolus hortulanus Bailey. 劍蘭	Garden gladiolus	*Trichodorus* spp.
		Paratylenchus spp.
		M. incognita
Agavaceae 龍舌蘭科		
Cordyline terminalis Kunth cv. Red Edge'朱蕉	Red Good-luck plant	*M. incognita*
Polianthes tuberosa L. 晚香玉	Tuberose	*M. incognita*
Araceae 天南星科		
Anthurium andreanum Linden. 火鶴花	Flaming lily	*Pratylenchus coffeae*
Zantedeschia elliottiana Engl. 黃花海芋	Golden calla	*Pratylenchus* spp.
Strelitziaceae 旅人蕉科		
Sterlitzia reginae Ait. 天堂鳥花	Bird-of-Paradise	*M. incognita*
Zingiberaceae 蘘荷科		
Hedychium hybridum Hort. 薑花	Butterfly ginger	*M. incognita*
		A. besseyi
Rosa hybrida Hort. 玫瑰	Rose	*M. hapla*
		M. incognita
		Pratylenchus coffeae
Orchidaceae 蘭科		
Dendrobium X phalaenopsis Hort.秋石斛	Danphale	*A. besseyi*
Caryophyllaceae 石竹科		
Dianthus chinensis L. 五彩石竹	Rainbow pind	*M. incognita*
Dianthus japonicus Thunb. 日本石竹	フヅナデコ	*M. incognita*
Dianthus caryophyllus L. 康乃馨	Carnation	*M. incognita*
		M. javanica
		Aphelenchoides besseyi
Compositae 菊科		
Chrysanthemum morifolium Ramat.菊花	Chrysanthemum	*M. incognita*
Callistephus chinensis Nees. 翠菊	China aster	*M. javanica*
Gerbera jamesonii Bolus. 非洲菊	African daisy	*M. incognita*

表三. 臺灣觀賞花木主要寄生性病原線蟲
Table 3. Major nematodes found parasitizing ornamental plants in Taiwan.

Host plant	Common name	Nematode
Acanthaceae 爵床科		
Pachystachys lutea Nees. 黃蝦花	Gold hops	*M. incognita*
Sanchezia speciosa Leonard. 金葉木		*M. incognita*
Euphorbiaceae 大戟科		
Jatroph podagrica Hook. 珊瑚油桐	Australia bottle plant	*M. incognita*
Excoecaria cochinchinensis Lour. var. *purpurascens* Hurusawa 青紫木	Croton bicolor	*M. incognita*
Oleaceae 木犀科		
Osmanthus fragrans Lour. 桂花	Fragrant olive	*M. incognita*
Jasminum sambac Ait. 茉莉花	Arabian Jasmine	*Pratylenchus coffeae*
Malvaceae 錦葵科		
Alcea rosea L. 蜀葵	Hollyhock	*M. javanica*
Polemoniaceae 花葱科		
Phlox drummondii Hook 福祿考	Annual phlox	*M. incognita*
Portulacaceae 馬齒莧科		
Portulaca grandiflora Hook 半支蓮	Rosa moss	*M. incognita*
Pinaceae 松科		
Pinus thunbergii Parl. 黑松		*Bursaphelenchus xylophilus*
Cannaceae 曇華科		
Canna generalis Bailey. 美人蕉	French cannas	*M. incognita*
Gramineae 禾本科		
Cynodan sp. 百慕達草	Bermuda grass	*Pratylenchus coffeae* *M. incognita*
Zoysia 韓國草	Zaysia grass	*Pratylenchus coffeae* *M. incognita*

2. 根系中線蟲分離

若爲罹根瘤線蟲根系，則可將根瘤置於解剖顯微鏡下，以解剖刀切開根瘤，檢視其中之根瘤線蟲雌蟲、雄蟲、卵塊及發育中各齡期線蟲。且挑取成熟雌蟲，切取體後端 1/3 部位，依序以清水，45 %乳酸及 25 %甘油清洗內含物後，平置於滴有乳酚溶液（ plain lactophenol solution）載玻片上，覆以蓋玻片，於光學顯微鏡下觀察陰門膜紋的型態 (11) ，依據 Hirschmann H. (13) 之資料鑑定及種類。若爲內寄生性線蟲，如根腐線蟲（ *Pratylenchus* spp. ）所感染根系，則切成 0.1 公分長碎片置於內注清水之培養皿中 24 小時，俟線蟲游離根部後，挑取 100 隻於光學顯微鏡中檢視，並依 Zafar Ahmad Handoo and A. Morgan Golden (28) 之資料鑑定其種類。半內寄生性線蟲，如腎形線蟲（*Rotylenchus reniformis*）所寄生根系，則可直接於解剖顯微鏡下，切取根段後於光學顯微鏡下檢定 (22) 。

3. 根系及葉片內線蟲染色及保存

以緩和水流洗去根系外黏附之土壤顆粒，置於加有 0.5 % cotton bluelactophenol solution 之研缽中；放入微波爐加熱 1 至 3 分鐘後，挾出根系，浸於注入清水的培養皿中即可於解剖顯微鏡下觀察。將染色後標本切成小段或小片，置於滴有 lactophenol solution 之玻片上，蓋上蓋玻片後，以指甲封片即可保存 5 年以上。

4. 外寄生性線蟲之鑑定

自分離而得的線蟲中，挑取植物寄生性種類，於光學顯微鏡下，依 Mai 氏 (16) 之分類系統作屬種之鑑定。

盆花、切花及庭園觀賞植物之線蟲病害因線蟲種類和寄生部位不同，大抵分爲地上部及地下部爲害性兩類：

地上部爲害性花卉及觀賞植物線蟲病害

＜葉芽線蟲病害＞

a. 病原線蟲

此病害由葉芽線蟲（ foliar, leaf or bud nematode , *Aphelenchoides* spp. ）引起。*Aphelenchoides* 屬有 197 種，Thorne (27) 將取食方式歸類爲植物寄生性（ plant parasitic ）、食菌性（ mycophagus ）及捕食性（ predatory ）等三大類。其中爲害作物最嚴重者爲 *A. fragaria*、*A. ritzemabosi*、*A. besseyi* 及 *A. subtenuis* (15) 。其寄主範圍甚廣，*A. fragaria* 超過 47 科 250 種，*A. ritzemabsoi* 有 40 科近 200 種，而 *A. besseyi* 則在 200 種以上。*A. ritzembosi* 以爲害菊花聞名，*A. besseyi* 則以造成水稻及草莓經濟損失被受注意 (18) 。此外，上述三種線蟲尚可危及多種常見花卉之生育 (25) ，如春石斛（ *Dendrobium nobile* ）、秋石斛（ *Dendrobium Lady Fay* ）、拖鞋蘭（ *Paphipedilum* spp.）、嘉德麗亞蘭（ *Cattleya* spp.）、蝴蝶蘭（ *Phalaenopsis* spp. ）、齒舌蘭（ *Odontoglossum* spp.）、鈴蘭（ *Epipactis* spp.）、紫蘭（ *Bletia* spp. ）、萬代蘭（ *Vanda* spp. ）及喜姆比亞蘭（ *Cymbidium* spp.）等蘭科植物。此外雀巢羊齒（ *Asplenium* nidus ）、非洲菫（ *Saintpaulia ionantha*）、百合

(*Lilium* spp.)、櫻草(*Primula* spp.)、牡丹(*Paeonia moutan*)、菊花(*Chrysanthemum* spp.)、綠絨屬(*Philodendron* sp.)及印度橡樹(*Ficus elastica*)等皆有罹病記錄。而在本省常見花卉及觀賞作物中，晚香玉(*Polianthes tuberosa*)、文珠蘭(*Crinum amabile*)、水仙(*Narcissus tazetta*)、康乃馨(*Diathus caryophyllus*)、百日菊(*Liatris spicata*)、非洲菫(*Saintpaulia ionantha*)、臺灣百合(*Lilium formosanum*)、仙克來(Cyclamen persicum)、報歲蘭(Cymbidium sinense)、秋石斛(*Dendrobium phalaenopsis*)、山蘇(*Asplenium nidus*)、薑花(*Hedychium hubridum*)及虎耳草(*Saxifraga stolonifera*)亦發現爲 *A. besseyi* 之寄主植物[2]。

b. 病徵

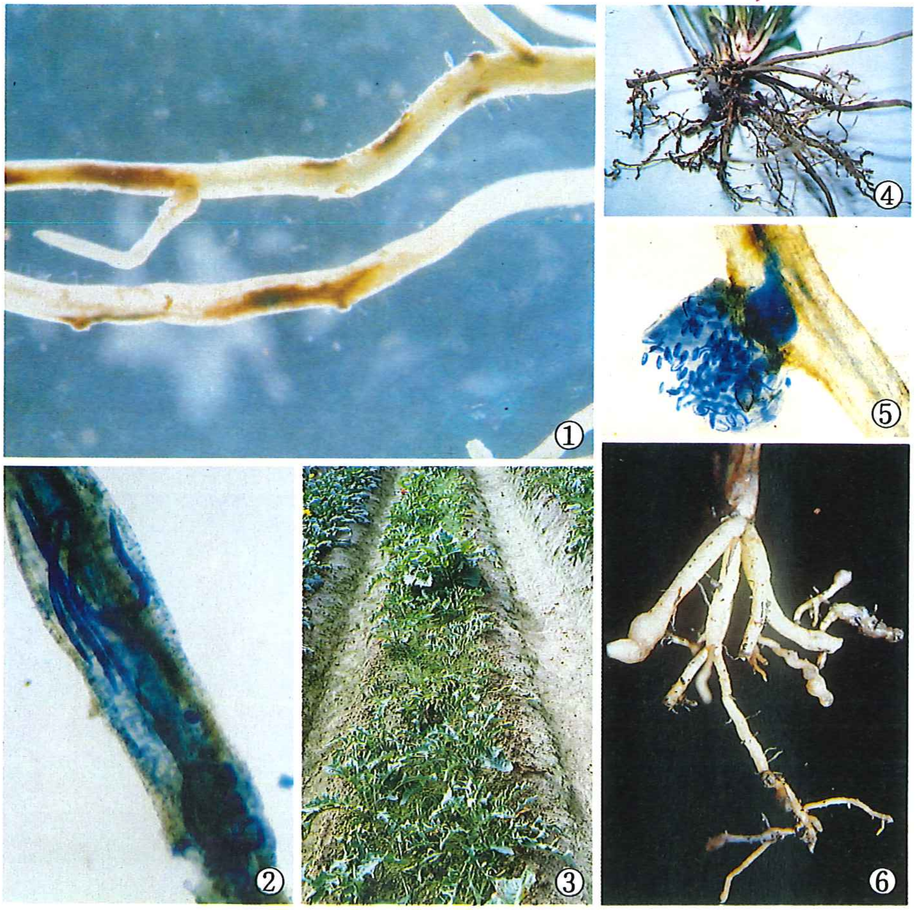
在 *Aphelenchoides* 屬中，感染寄主後所造成的病徵甚類似。因此屬線蟲可行內寄生或外寄生方式在植物之葉、芽、花苞或葉鞘內取食生長點及幼嫩組織且兼食多種眞菌菌絲以孳息繁衍。若爲內寄生性方式爲害者，因線蟲在葉脈間葉肉組織取食以致細胞崩解，受害部位先是呈現油狀或水浸狀小斑，繼之轉成黑褐色壞疽斑，乾枯且薄質化而掉落。*A. fragaria* 內寄生於牡丹後，亦有嚴重芽苞腐敗及明顯葉斑(leaf−blotch)病徵，若感染百合後，也有梢枯(die−back)、葉片及花芽褐化現象[10]。若爲外寄生方式者，如 *A. fragaria* 通常外寄生於未展開之非洲菫葉(African violet)、花苞或子房內，造成罹病株葉片變形，呈杯狀或不規則形，下位葉上有小而下陷壞疽斑，株勢明顯矮化，相似病徵亦出現在同樣寄生方式之 *A. besseyi* 寄生，如仙克來、康乃馨及虎耳草上，然康乃馨及薑花更因此線蟲之寄生，引致不尋常之花苞發育不良及花腐症狀。兼行內外寄生方式爲害植物的以 *A. ritzemabosi* 爲代表，在菊花葉片上，先以外寄生方式取食芽及生長點，造成生長遲滯和扭曲，被取食位突起；繼之侵入葉片行內寄生於葉肉薄壁細胞，在葉背出現小水浸斑，進而變褐黑色，且擴展於葉脈間，形成角斑。受感染之菊花葉片枯萎、下垂及死亡。線蟲離開死亡之壞疽葉片組織後，可侵害花芽，以致花畸形或變小[9]。

c. 病害發生生態及環境對病害發生之影響

葉芽線蟲大都經由植物繁殖體(propagative materials)傳播，如種子、扦插苗、匐伏莖、球莖(corm)、鱗莖(bulb)、塊莖(tuber)及種苗等[12]；雖然其耐旱能力甚強，但亦極少由土壤攜帶傳播，一般而言，葉芽線蟲甚少能在土中存活三個月。但許多報告指出，葉芽線蟲大都以休眠(dormant)或脫水狀態(anhydrobiotic)殘存於植物組織或殘體上，在水份及溫度適宜情況下或植株出芽生長時，線蟲亦再度展現活力，取食幼嫩組織[14,19]。此線蟲行外寄生方式爲害寄主時，多以在水份充足，溫度甚高之幼嫩組織水膜中游移，如葉鞘及苞葉內；並侵食心苞、花苞和幼葉等生長點。如爲內寄生方式，則當葉表覆蓋有水膜時，線蟲能經由氣孔進入葉部，或由葉表直接侵入表皮，故其傳播方式，在花卉集約栽培情形下，密集栽培、高位噴灑(overhead sprinkler irrigation)、雨水、葉部接觸等皆有助於其傳播。葉芽線蟲爲兩性生殖，*A. besseyi* 在 24 ℃及 28 ℃之最適溫度下 8 至 9 天即可完成一世代。*A. fragaria* 在 Lorraine 秋海棠葉片內，18 ℃下，完成一世代時間爲 10 至 11 天。*A. ritzemabosi* 在菊花葉片內，於溫室中須 11 至 12 天，於室外須 13 至 14 天完成一世代。其繁殖能力和寄主植物及品系之抗感性不同而有差異。

d. 防治策略

防治地上部葉芽線蟲病害，可分爲預防及治療兩方面進行之。



圖一、百合根系爲根腐線蟲侵害病徵。

Fig 1. Root lesion of lily caused by *Pratylenchus coffeae*.

圖二、根腐線蟲在根部内孳息。

Fig 2. *Pratylenchus penetrans* in root of host.

圖三、設施園藝模式下非洲菊罹根瘤線蟲病害。

Fig 3. Root−knot nematode disease of African daisy occurred under a cultivative structure model.

圖四、罹根瘤線蟲非洲菊根系。

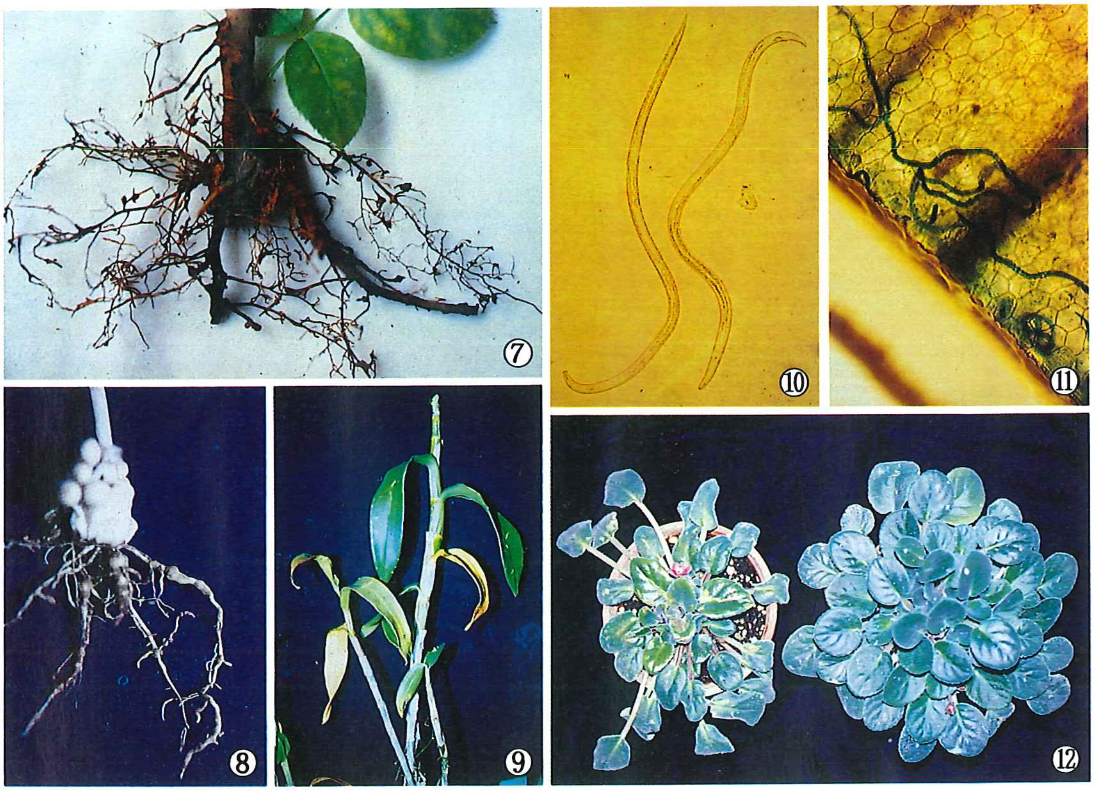
Fig 4. Root−knot nematodes infected root systems of African daisy.

圖五、根瘤中之根瘤線蟲雌蟲。

Fig 5. Females of root−knot nematode in a gall.

圖六、天堂鳥罹根瘤線蟲根系病徵。

Fig 6. Symptoms of Bird−of−Paradise roots contaminated by root−knot nematodes.



圖七、玫瑰罹根瘤線蟲根系。

Fig 7. Signs of rose roots infected by root-knot nematodes.

圖八、唐菖蒲罹根瘤線蟲根系。

Fig 8. Root-knot nematodes infected gladiolus roots.

圖九、罹葉芽線蟲病秋石斛葉片黃化掉落。

Fig 9. *Aphelenchoides besseyi* infected denphale showing yellowing and falling of leaves.

圖十、葉芽線蟲雌雄蟲。

Fig 10. Female and male of *Aphelenchoides besseyi*.

圖十一、葉芽線蟲在秋石斛葉片內寄生。

Fig 11. Migratory endo-parasitic leaf and bud nematodes in denphale leaf.

圖十二、非洲堇罹葉芽線蟲病(左)及健康株(右)。

Fig 12. Leaf and bud nematodes infected saintpaulia (left) and health one (right).

預防方法：

1. 選用健康苗木：勿栽植自疫區國家進口種苗，否則植前做完善的健康診斷， 淘汰罹葉芽線蟲種苗。

2. 溫湯浸浴：如將攜帶 *A. fagaria* 之百合球莖以 36 ℃處理 6 小時或以 41 ℃處理一小時。將 Lorrian 秋海棠於 46 ℃溫水處理 10 分鐘亦可以防治 *A. fragaria* 及 *A. ritzemabosi* 。

3. 農藥浸種：以 40 %芬滅松乳劑 3,000 倍於移植前浸苗一分鐘可有效防治草莓葉芽線蟲，花卉若無藥害情形下，當可比照處理。此外，Hesling 及 Peachey 兩人曾將菊花苗株於 46.1 ℃水中浸 5 分鐘，0.03 %巴拉松液中浸 20 分鐘或 0.05 %碘液中浸 10 分鐘皆可收到殺死植株中 *A. ritzembaosi* 效果，花卉種類繁多，應用時須先作藥害測定。

治療方法：

1. 國內秋石斛罹 *A. besseyi* 葉芽線蟲病時， 試驗結果顯示以歐殺滅 24 %乳劑或 10 %粒劑、芬滅松 40 %乳劑及 10 %粒劑、巴拉松 47 %乳劑及陶斯松 40.8 %乳劑噴施或撒施皆可收到 96.4 %以上防治效果 (3) 。Riedel 等氏以歐殺滅及芬滅松防治 Rieger 和海棠 *A. fragaria* 葉芽線蟲病，收效良好。 Dimock 及 Ford 兩氏一個月噴灑兩次 0.05 %巴拉松亦可有效防治菊花 *A. ritzemabosi* 葉芽線蟲病。

e. 診斷要領

花卉葉芽線蟲病害，初期由種苗攜帶時會因線蟲密度低並不顯現病徵，又因其感染植物器官甚多，須逐一診察才可確定。葉芽線蟲行外寄生方式爲害時，病徵和生理障礙或眞菌病害類似；行內寄生方式爲害時又易和灰黴病、疫病或細菌性病害病徵相混淆。因此須作如下診斷判定：

外寄生性方式葉芽線蟲病害診斷

行外寄生性方式爲害花卉之葉芽線蟲在已長成之畸形植物器官上無法找到線蟲，須自其心苞（如非洲菫）、鱗莖間（如石蒜科花卉）、苞鞘（如國蘭）、腋芽（如菊花）等具高溫度有水膜的器官中去分離。 切下上述葉芽線蟲藏身的植物部位或以水洗出於培養皿中即可於解剖顯微鏡下看到該線蟲及卵。

內寄生方式葉芽線蟲病害診斷

內寄生性線蟲在出現典型病徵之下位葉中數目較多。吾人可擷取罹病葉，於培養皿中切碎後，再注入清水。於解剖顯微鏡下可見該線蟲自葉肉組織中游移於培養皿水中。

由於葉芽線蟲種類有 197 種之多，其中不乏非植物寄生性種類，須自解剖顯微鏡下培養皿中挑出於生物顯微鏡下鏡檢，依該線蟲各部位特徵鑑定。而本篇所提及上述三種線蟲， Christie 及 Crossman 兩氏以 *A. ritzemabosi* 不能培養在眞菌（ *Alternaria citri*）， *A. fragaria* 在 *A. citri* 上繁殖不佳而 *A. besseyi* 在 *A. citri* 上繁殖良好之特性，簡單加以區別之 (6) 。

花卉及觀賞植物地上部重要寄生性線蟲尚有目前大爲流行的黑松及琉球松萎凋病病原線蟲（*Bursaphelenchus xylophilus*）及已列入國內進口植物檢疫項目的莖線蟲（*Ditylenchus dipsaci, D. destructor,D. angustus*），其中以 *D. dipsaci* 對球根及球莖花卉最具經濟爲害性，其寄主作物約 475 種，大多數爲花卉作物，屬爲害性嚴重之花卉病害，須杜絕其在本省之發生。

地下部爲害性花卉及觀賞植物線蟲病害

＜根瘤線蟲病害＞

a. 病原線蟲

根瘤線蟲病是植物寄生性線蟲病害中分佈最廣泛且爲害嚴重的世界性作物病害。自英人Berkely於1855年發現根瘤線蟲寄生於黃瓜根部迄今，已陸續發現有70個種以上，寄主範圍亦將近3,000種植物。根據國際根瘤線蟲研究計畫（International Meloidogyne Project）總部的統計，全球作物罹根瘤線蟲（*Meloidogyne Goeldi*，1892）病害中，有95％爲南方根瘤線蟲（*Meloidogyne incognita*（Kofoid and White，1919）Chitwood 1949），爪哇根瘤線蟲（*M. javanica*（Treub，1855）Chitwood 1949），花生根瘤線蟲（*M. arenaria*（Neal，1889）Chitwood 1949）及北方根瘤線蟲（*M. hapla* Chitwood 1949）等四個種。此線蟲於鬆軟、保水及保水力良好之偏砂土土質如砂壤土（<10％粘粒（Clay），<30％坋粒（Silt），>60％砂粒(Sandy)）之寄主作物農地繁殖良好，也最易造成爲害度[20]。資料顯示，北方根瘤線蟲喜生活於年平均氣溫15℃以下之溫帶，而南方根瘤線蟲、爪哇根瘤線蟲及花生根瘤線蟲則多分佈於年年平均溫度15～33℃的熱帶及亞熱帶地區。本省花卉產業有不少是往高海拔之山區發展，特別須防止北方根瘤線蟲經由種苗或土壤介質之攜帶在山區蔓延。根瘤線蟲爲內寄生固著性植物病原線蟲，除爲害根部外，尚可藉水滴帶動，侵入子葉、莖及葉片。鴨拓草料之葉片、副冠及葉柄即常可發現其寄生情形[17]。

b. 病徵

(1) 爲害根系時

根瘤線蟲侵害花卉及觀賞作物根部時，通常會於根系上形成大小不一的腫瘤，有結瘤于根系上呈念珠狀者，有結瘤于根系末端者，亦有不出現腫瘤者。根瘤於根瘤線蟲產卵後即開始腐敗，導致根系殘敗或停滯生長等情形。地上部病徵須視土壤中線蟲密度多少來決定其表現的時間；一般而言，罹根瘤線蟲病植株，常因水份、養份及微量元素吸收不足，而有葉片萎凋、黃化、缺乏微量元素、矮化等發育不良情形。木本花卉或觀賞作物則因根系少、固著力不夠而致倒伏。若和其他植物土傳性病害複合感染時，則植株在苗期或發育期即死亡。球莖或塊根花卉被感染後，會於繁殖體上出現不正常突起、龜裂及腐敗徵狀，不易儲藏，且成爲下期作之感染源。切花類作物如玫塊罹根瘤線蟲病時，植株發育不佳，有黃葉、落葉、葉片及枝條數少、花梗短、開花率低等病徵。天堂鳥則出現明顯矮化、分櫱少、葉片失水捲曲、出花率低及花梗細短症狀。晚香玉爲肉質根，根系遭根瘤線蟲侵害後，根系極少，球莖小、葉片黃化，花梗少且細短，甚至不抽苔。盆花類作物如秋海棠罹根瘤線蟲病後，根系於短時間內明顯稀少，且嚴重落葉，喪失商品價值。大岩桐塊根上不規則狀突起處，也是根瘤線蟲棲息大本營，植後根系少且短，葉片呈黃化及缺鎂症狀，全株固著性不佳。庭院觀賞作物如小蝦花罹根瘤線蟲病後，雖無明顯根瘤，然已少有新根，葉片萎凋，終而枯死。槴子花、青變木及福祿桐則於地下部有纍纍根瘤，新根甚少，地上部葉稀少、黃化及落葉，觀瞻不良。

(2) 爲害莖葉時

根瘤線蟲侵害花卉及觀常植物地上部情形不多見，僅限於幾種高感受性之盆花，如松葉風信

子，受害葉片有壞疽型凸起，並於此處產卵，致黃葉及落葉。於毯蘭類寄主，除根系嚴重結瘤外，並於根部鄰近莖上形成腫瘤。於非洲菫上則可使葉片、葉柄上結瘤，致葉片畸形。

c. 病害發生生態及環境對病害發生之影響

根瘤線蟲於花卉及觀賞作物上之傳播，主要經由苗木、繁殖體、土壤、栽培介質及水流攜帶。帶有根瘤線蟲之苗木及繁殖體最易造成此病害之損失，因寄主花卉本身已是感病性甚高之爲害對象，也很可能危及同園或專業區內其他作物。因根瘤線蟲寄主廣泛，田間栽培時，前期作如遭此線蟲感染，亦將危及此期花卉作物。在專營盆花的栽培場中，介質消毒不夠或混拌有根瘤線蟲之栽培材質時，亦將遭受其侵害。此外，田間灌概水及栽培場中流動水流都可攜帶此線蟲之卵及二齡幼蟲四處爲害。本省線蟲病害中，引致連作障害的，以根瘤線蟲病爲多，尤其以專業區及設施園藝模型之栽培場最爲常見。花卉專業區中，種苗流通頻繁，栽培花卉種類雷同，土壤介質及水流又頗易四處傳播線蟲。尤其在園藝設施中土壤介質更換不易，根瘤線蟲在本省氣候下一年有 11 世代之多，在短短一個月生命中可產 3 至 4 次卵，每次產卵由 200 至 2,000 個不等，其繁衍速度甚速，頗具爲害花卉作物之潛力。

d. 防治策略

(1) 選用健康種苗。

(2) 輪作對根瘤線蟲有抗性之韭菜或大蒜。

(3) 土壤燻蒸：

A. 尿素處理：每分地以 50 至 80 公斤尿素於土壤濕潤時混拌於土中，覆蓋透明塑膠布（單層或雙層），14 天後除去塑膠布，以和尿素等量之苦土石灰及富含纖維質之有機堆肥和土壤混拌築畦。

B. 溴化甲烷處理：以 98 %或 99.5 %溴化甲烷每 5 平方公尺 1 磅之量處理，此項作業須請有合格技術執照人員執行。

(4) 施用殺線蟲劑（參考農林廳手册使用方法）。

(5) 每年施用以蝦蟹殼粉（ 40 % ）、篦麻粕（ 40 % ）、黃豆粉（10 % ）、海草粉（ 5 % ）及糖蜜（ 5 % ）之混合有機添加物，拌入土中，誘發線蟲天敵，達到防治效果。

e. 診斷要領

(1) 土壤中線蟲分離法：植前採土壤或介質樣品，以改良式柏門氏漏斗分離法，分離線蟲並計算其每百公克密度。

(2) 取根瘤樣品於解剖顯微鏡下，以解剖刀切開腫瘤，檢視雌蟲及卵塊。

＜根腐線蟲病害＞

a. 病原線蟲

根腐線蟲（ *Pratylenchus* spp.）爲內寄生潛移性植物病原線蟲，主要刺食植物地下部之幼嫩根尖，再侵入皮層細胞繁殖、潛移，導致根部腐敗而得名。此線蟲遍及全世界各地且寄主範圍亦甚廣泛。美國佛羅里達州之柑桔受此線蟲爲害不下於穿孔線蟲。根腐線蟲目前共有 63 種，其中以普遍存在於溫帶之 *P. penetrans* 及性喜熱帶氣候，本省常見之 *P. coffeae* 在花卉作物栽培上須嚴加防範其爲害。

b. 病徵

根腐線蟲感染植物根系，初期根外表出現紅棕色病徵，隨著線蟲的移行而擴大；末期呈現棕褐色腐敗病徵。地上部生長情形因根系減少及被破壞，而呈現微量元素缺乏症狀，植株矮化、葉片稀少、黃化；和根瘤線蟲在花卉爲害所造成之地上部病徵頗相似，但根腐線蟲之爲害致植株生長勢衰弱較前者爲快。

c. 病害發生生態及環境對病害發生之影響

P. coffeae 生殖最適溫度爲 29.5 ℃。在無寄主情形下，於潮濕土壤中可存活八個月。在 25 ～ 30 ℃下，27 天即可完成一世代[8]。此線蟲之傳播亦種苗攜帶，土壤及水流傳播。 其在本省平地及稍高海拔花卉專業區皆有發現。 *P. penetrans* 在本省中北部及稍高海拔花卉栽培場已陸續發現，尤其在設施園藝栽培下的花卉種類。由於此線蟲生存能力強，寄主範圍廣，加上不在進口植物檢疫對象之中，自採樣檢查個案中已有在本省中部蔓延趨向。

d. 防治策略

如＜根瘤線蟲病害＞章所述。

e. 診斷要領

根腐線蟲病害的診斷除了自根部病徵加以判斷之外，以改良式柏門氏漏斗分離法分離根圈土壤中線蟲；直接於解剖顯微鏡下切段於水中俟線蟲自根中釋出後，挑出於生物顯微鏡中鑑定。

此外，爲害花卉作物之植物根部外寄生性線蟲如劍線蟲（ *Xiphinema* spp.）、刺線蟲（ *Belonolaimus* spp. ）、殘根線蟲（ *Paratrichodorus* 和 *Trichodorus* spp. ）、鞘線蟲（ *Hemicycliophorus* spp.）、針線蟲（ *Longidorus* spp. ）、等及半內寄生性線蟲如螺旋線蟲（ *Rotylenchus* 及 *Helicotylenchus* spp.）、環紋線蟲（ *Criconemella* spp.）、釘線蟲（ *Paratylenchus* spp.）等皆有爲害花卉及觀賞作物之記錄，在本省花卉專業區中亦頗爲常見。由線蟲所造成之地上部病徵，與由其他土壤微生物因子或土壤環境所導致者有時難以分辨；尤其是外寄生或非固著性半內寄生性線蟲所造成之根系減少、斷根（ roog pruning ）、根腐、殘根、根腫大、根增生（ Proliferation ）及根捲曲等，得借助檢驗技術及經驗方足以診斷，並作防治上之決策。

結論

自本研究結果表一、二及三所列，爲害本省花卉觀賞作物，出現明顯地上部或地下部症狀之植物病原線蟲以根瘤、根腐及葉芽等線蟲居多，除了特殊地理環境及作物外，其他花卉生產國情形亦頗相似。根據一項由全世界 75 個國家作物線蟲病害損失調查結果顯示，觀賞作物之損失率爲 1.1 %[28]。本省花卉產業雖具備優良氣候條件及傲人技術，然專業區及園藝設施地區已發現有病原線蟲性連作障害發生，須及早因應。再者，每年數以百萬計之各種植物種苗進口，除嚴格檢疫外，隨時注意病蟲害流行趨勢，或建立區域監視網也是保障吾國花卉產業淨土的措施之一。

參考文獻

1. 中華民國植物檢疫限制輸入規定。 1992 商品檢驗局 32 pp 。
2. 王貴美、蔡東纂、林奕耀 1993 臺灣草莓葉芽線蟲病之發生及其生態研究。植物保護學會會刊 35 ： 14－29 。
3. 林奕耀、王貴美、蔡東纂 1992 秋石斛葉芽線蟲病之發生 植保會刊 34 ： 202－215 。
4. 黃炤雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌 1972 臺灣植物寄生性線蟲 中研院植研所專研第一號 66 pp 。
5. 臺灣農業年報 1993 臺灣省農林廳 p 140－143 。
6. Christie, J. R., and Crossman, L. 1936. Notes on the strawberry strains of the bud and leaf nematode, Aphelenchoides fragariae. I. Proc, Helminthol, Soc, Wash,D.C. 3 ： 69－72 。
7. C. I. H. Descriptions of plant－parasitic Nematode:Set 1, #4 (*A. besseyi*) 。
8. C. I. H. Descriptions of plant－parasitic Nematode:Set 1, #6 (*Pratylenchus coffeae*) 。
9. C. I. H. Descriptions of plant parasitic Nematodes ： Set 3, #32 (*A. ritzemabosi*) 。
10. C. I. H. Descritpions of plant parasitic Nematodes ： Set 5, #74 (*Aphelenchoides fragariae*) 。
11. Hartman K. M. and J. N. Sasser 1985. Identification of Meloidogyne species on the basis of different host test and perineal pattern morphology.pp 69－77.In An advanced treatise on Meloidogyne Vol.2 eds. Barker K. R., C .C. Carter and J. N. Sasser, North Carolina State University Graphics, Raleigh, N. C. 223pp .
12. Hesling, J. J. and Wallace, H. R. 1961. Observation on the biology of crysanthemum eelworm Aphelenchoides ritzmabosi (Schwartz)steiner in florists chrysanthemum. I. Spread of eelworm infestation. Ann. Appl. Biol.49:195－203 .
13. Hirschmann H. 1985. The genus Meloidogyne and morphological characters differentiating its species.pp.79－94 . In An advanced treatise on Meloidogyne Vol.1. eds. Sasser J. N. and C. C. Carter, Notrh Carolina State University Graphics, Raleigh,N. C. 422pp .
14. Huang,C. S.,and Huang,S. P. 1974.Dehydration and the survival of rice white tip nematode,Aphelenchoides besseyi Nematologica 20:9－18 .
15. Maggenti,A. R. 1981.Nematodes as parasites of the aerial parts of plants (shoots), in General Nematology (P. Star Mortimer,ed), p201－207. Springer－Verlay New York,Inc .
16. Mai, W. F. and H. H. Lyon 1982. Pictorial key to genera of plant－parasitic nematodes. 4th ed. 2nd printing Cornell University 219pp .
17. Miller, H. N. and Diedwardo, A. A. 1962. Leaf galls on Siderasis fuscata

caused by the root–knot nematode, Meloidogyne incognita. phytopathology 52: 1070–1073 .

18. Ritzema–Bos, J, 1891. Zwei neue Nematoden Kranheiten der Erdbeerpflanze. Z. Pflanzen Krankh. u. pflanzenschutz 1, 1–16 .

19. Saeed, M. and Roessner, J. 1984. Anhydrobiosis in five species of plant associated nematodes. J. Nematology 16(2):119–124 .

20. Sasser, J. N. and C. C. Carter, 1985. Overview of the International Meloidogyne Project 1975–1984. pp19–24 In An advanced treatise on Meloidogyne Vol.1. eds. Sasser, J. N. and C. C. Carter, North Carolina State Univ. Graphics,Raleigh, N. C. 422pp .

21. Sasser, J. N. and D. W. Freckman 1987. A world perspective on Nematology: The role of the society. pp7–14 in Vistas on nematology. A commemoration of the twentyfifith anniversary of the Society of Nematologists .

22. Starr, J. L. 1991. Rotylenchus reniformis on Greenhouse–grown foliage plants: Host range and sources of inoculum. Supplement to J. Nematology 23(45) : 634–638 .

23. Stokes, D. E. 1966. A foliar nematode problem of birds–nest fern. Fla. Dep. Agric., Div. plant Ind., Nematol.Circ 62pp .

24. Stokes, D. E. 1978. Foliar nematode infection to Ficus elastica.Fla. Dep. Agric., Div plant Ind.,Nematol.Circ 442pp .

25. Stokes, D. E. 1979. Some plant symptoms associated with Aphelenchoides spp. in Florida. Fla. Dep. Agric., Div. plant Ind., Nematol. Circ. 49.2pp .

26. Summary of national plant quarantine regulations 1991. Bureau of commodity inspection & quarantine ministry of economic affairs. 518pp .

27. Thorne, G. 1961. Principles of nematology. Mc Graw–Hill Brook Co., New York 553pp .

28. Zafar Ahmad Handoo and A. Morgan Golden. 1989. A key and diagnostic compendium to the species of the gerus Pratylenchus Filipjev,1936(Lesion Nematode)J. Nematology 21 (2) : 202–218 .

Nematode diseases of flower and ornamental plants in Taiwan

Tsay, T. T.[1] and Cheng, Y. H.[2]

1.Department of plant pathology,National Chung Hsing University.
2.Chiayi Agricultural Experiment station,TARI.

ABSTRACT

For the purpose of reaching the aim of quality agriculture, tactics of paddy field diversion plan, local farming, cultivative structure and new crops / varieties importion were popular in horticultural field. Though it may introduce new kinds of nematode which hadn't found in Taiwan or promote the spread of nematodes by the way of propagative materials,seedlings, irrgate water,soil and tools. Continuous cropping is a common feature of these crops and consequently they suffer from a wide range of nematode diseases. It was estimated that the annual yield losses of ornamental plants due to damage by plant–parasitic nematode is 11.1 % based on world wide survey of nematologists. The major pathogenic nematodes found on above ground parts of these plants in this study are foliar nematode (*Aphelenchoides besseyi*) and pine wood nematode (Bursaphelenchus xylophilus). And the nematodes that infect roots of these plants include root–knot nematode (*Meloidogyne incognita* and *M. javanice*), spiral nematode (*Helicotylenchus* and *Rotylenchus* spp.), stunt nematode (*Tylenchorhynchus* spp.), ring nematode (*Criconemoides* spp.) and lesion nematode (*Pratylenchus* spp.). The target nematode of quarantine restrictions are Burrowing nematode (*Radopholus similis* and *R. citropholus*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* and *D. destructor*). Symptoms on *Aphelenchoides besseyi* infected plants showes leaves cupped, irregularly shaped, fissues may become necrotic, and severe stunting. Symptoms on aerial plant parts of root–infected nematode diseased plant include reduced vigor,dwarfed leaves and shoots,chlorosis,wilting,leaft drop, reduced flower quality (stem length and flower size),and increased susceptibility to root rpt pathogens.

(Key words : flower and ornamental plants,nematode diseases)